

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-225158

(43)Date of publication of application : 21.08.1998

(51)Int.Cl.

H02P 3/22

H02P 3/18

H02P 21/00

H02P 5/41

(21)Application number : 09-023574

(71)Applicant : FUJITEC CO LTD

FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 06.02.1997

(72)Inventor : MATSUMOTO NORITOSHI

HAYASHI YUTAKA

OJI MASATAKA

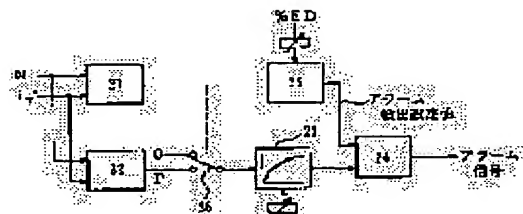
TETSUYA YUJI

## (54) CONTROLLER FOR INDUCTION MACHINE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To protect a brake resistor surely by estimating a temperature rise of the brake resistor from a regenerative power determined based on a value corresponding to the torque of an induction motor and a detected rotational speed thereof.

**SOLUTION:** Based on a speed detection value  $N$  and a torque current command value  $iT^*$  of an induction motor, a mode decision circuit 21 makes a decision that the motor is operating in a regenerative mode if  $N < 0$ ,  $iT^* > 0$  or  $N > 0$  and  $iT^* < 0$ . Consequently, a switch 26 is turned to the regenerative power operating circuit 22 side and a regenerative power  $P$  is inputted to a heat model 23. A comparison circuit 24 compares the output from the heat model 23 with an alarm detection set value operated by an operating circuit 25. When the output from the heat model 23, i.e., a temperature rise, exceeds the alarm detection set value, an alarm signal is turned on to alarm that a brake resistor is overheated and a stop command is delivered to the controller for the induction motor. Consequently, the brake resistor can be protected accurately.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-225158

(43)公開日 平成10年(1998)8月21日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H02P 3/22  
3/18  
21/00  
5/41  
識別記号  
101  
302

F I  
H02P 3/22  
3/18  
5/41  
5/408  
A  
101  
302  
J  
A

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全9頁)

(21)出願番号 特願平9-23574  
(22)出願日 平成9年(1997)2月6日

(71)出願人 000112705  
フジテック株式会社  
大阪府茨木市庄1丁目28番10号  
(71)出願人 000005234  
富士電機株式会社  
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号  
(72)発明者 松本 憲俊  
大阪府茨木市庄1丁目28番10号 フジテック株式会社内  
(72)発明者 林 裕  
大阪府茨木市庄1丁目28番10号 フジテック株式会社内  
(74)代理人 弁理士 森田 雄一

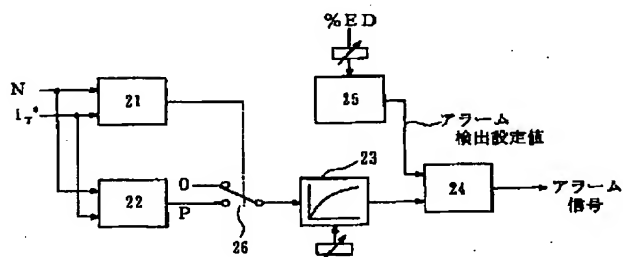
最終頁に続く

(54)【発明の名称】誘導電動機の制御装置

(57)【要約】

【課題】 制動抵抗器をサーマルリレーにより保護する場合には、温度検出誤差が大きい。抵抗体自身の表面温度をモニタする場合には、特殊かつ高価な温度センサが必要になる。

【解決手段】 誘導電動機を駆動する電力変換回路と、この電力変換回路に接続された制動抵抗器とを備えた誘導電動機の制御装置に関する。誘導電動機のトルク相当値と回転速度検出値とに基づいて回生電力を求める回生電力演算回路22と、この演算回路22により求めた回生電力から制動抵抗器の温度を推定演算する熱モデル23と、この熱モデル23により推定演算した制動抵抗器の温度がアラーム検出設定値を上回ったときにアラーム信号を出力する比較回路24とを備える。



21:モード判別回路  
22:回生電力演算回路  
23:熱モデル  
24:比較回路  
25:演算回路  
26:切替スイッチ

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘導電動機を駆動する電力変換回路と、この電力変換回路に接続された制動抵抗器とを備えた誘導電動機の制御装置において、誘導電動機のトルク相当値と回転速度検出値とに基づいて回生電力を求める回生電力演算回路と、この演算回路により求めた回生電力から制動抵抗器の温度上昇値を推定演算する熱モデルと、この熱モデルにより推定演算した制動抵抗器の温度上昇値がアラーム検出設定値を上回ったときにアラーム信号を出力する比較回路と、を備えたことを特徴とする誘導電動機の制御装置。

【請求項2】 誘導電動機を駆動する電力変換回路と、この電力変換回路に接続された制動抵抗器とを備えた誘導電動機の制御装置において、誘導電動機の電流検出値、電圧検出値及び一次抵抗に基づいて回生電力を求める回生電力演算回路と、この演算回路により求めた回生電力から制動抵抗器の温度上昇値を推定演算する熱モデルと、この熱モデルにより推定演算した制動抵抗器の温度上昇値がアラーム検出設定値を上回ったときにアラーム信号を出力する比較回路と、を備えたことを特徴とする誘導電動機の制御装置。

【請求項3】 請求項1または2記載の誘導電動機の制御装置において、回生電力演算回路により求めた回生電力から予め設定された発生損失量を差し引いて得た新たな回生電力を熱モデルに入力することを特徴とする誘導電動機の制御装置。

【請求項4】 請求項1、2または3記載の誘導電動機の制御装置において、熱モデルにより推定演算した制動抵抗器の温度上昇値が、アラーム検出設定値よりも低い予報設定値を上回ったときに予報信号を出力する比較回路を備えたことを特徴とする誘導電動機の制御装置。

【請求項5】 請求項1、2、3または4記載の誘導電動機の制御装置において、回生電力演算回路により求めた回生電力に基づいて制動抵抗器の温度が上昇モードにあるか下降モードにあるかを判別するモード判別回路と、このモード判別回路による判別結果に応じて熱モデルの熱時定数を切り替える手段と、を備えたことを特徴とする誘導電動機の制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電力変換回路によ

り駆動される誘導電動機の制御装置に関し、詳しくは、制動抵抗器の保護手段を改良した制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図9は、この種の制御装置の従来技術を示すブロック図であり、いわゆる誘導電動機のベクトル制御システムである。図において、1は誘導電動機15の回転速度検出器としてのパルスエンコーダ、2は電動機15の温度検出器としてのサーミスタ、3は速度指令値 $N^*$ と速度検出値 $N$ との偏差を求める加算器、4は前記偏差を零にするために必要なトルク指令値 $\tau^*$ を出力する速度制御回路、5はサーミスタ2による温度検出値に応じて電動機15の二次抵抗 $R_2'$ を温度補正し、 $R_2$ として出力する演算回路、6はトルク指令値 $\tau^*$ を二次磁束指令値 $\phi_i^*$ により除算して電動機一次電流の二次磁束と垂直な方向成分であるトルク電流指令値 $i_{\tau}^*$ を求める除算器、7は二次磁束指令値 $\phi_i^*$ に $1/M$  ( $M$ は電動機15の相互インダクタンス)を乗じて電動機一次電流の二次磁束と平行な方向成分である励磁電流指令値 $i_{\phi}^*$ を求める演算回路、8は二次抵抗 $R_2$ 、二次磁束指令値 $\phi_i^*$ 、トルク電流指令値 $i_{\tau}^*$ に基づき所定の演算を行ってすべり周波数 $\omega_{s1}$ を求める演算回路、9は速度検出値 $N$ から換算した回転角周波数 $\omega_r$ とすべり周波数 $\omega_{s1}$ とを加算する加算器、10は加算器9の出力を積分して二次磁束の推定位置 $\phi_i$ を求める積分器、11は推定位置 $\phi_i$ を用いて二次磁束座標系のトルク電流指令値 $i_{\tau}^*$ 、励磁電流指令値 $i_{\phi}^*$ に対し座標変換を行い、固定子座標系の各相電流指令値 $i_{\tau}^*$ 、 $i_{\phi}^*$ 、 $i_{\phi}^*$ に変換する座標変換器、12は電流検出器14により検出した電動機一次電流の検出値 $i_{\tau}$ 、 $i_{\phi}$ 、 $i_{\phi}$ と各相電流指令値 $i_{\tau}^*$ 、 $i_{\phi}^*$ 、 $i_{\phi}^*$ とを入力として各相電圧指令値 $v_{\tau}^*$ 、 $v_{\phi}^*$ 、 $v_{\phi}^*$ を出力する電圧制御回路、13は上記電圧指令値 $v_{\tau}^*$ 、 $v_{\phi}^*$ 、 $v_{\phi}^*$ に従って電動機15への印加電圧を発生するインバータからなる電力変換回路である。

【0003】上述した構成において、ベクトル制御部にトルク指令値 $\tau^*$ 、二次磁束指令値 $\phi_i^*$ が入力されると、演算回路7、除算器6ではそれぞれ数式1、数式2の演算を行って励磁電流指令値 $i_{\phi}^*$ 、トルク電流指令値 $i_{\tau}^*$ を算出する。

## 【0004】

【数1】  $i_{\phi}^* = \phi_i^* / M$

## 【0005】

【数2】  $i_{\tau}^* = \tau^* / \phi_i^*$

【0006】また、前記座標変換器11は、数式3に従って座標変換を行う。

## 【0007】

【数3】

$$\begin{matrix} 3 \\ \left[ \begin{matrix} i_a^* \\ i_b^* \\ i_c^* \end{matrix} \right] = \begin{bmatrix} \cos \phi_2 & \sin \phi_2 \\ \cos(\phi_2 - 120^\circ) & \sin(\phi_2 - 120^\circ) \\ \cos(\phi_2 + 120^\circ) & \sin(\phi_2 + 120^\circ) \end{bmatrix} \begin{matrix} 4 \\ \left[ \begin{matrix} i_M^* \\ i_T^* \end{matrix} \right] \end{matrix}$$

【0008】更に、演算回路8は、数式4に従ってすべり周波数 $\omega_{s1}$ を演算する。

【0009】

【数4】 $\omega_{s1} = (R_i \times i_i') / \phi_i'$

【0010】一方、図10は制動抵抗器を用いた誘導電動機の発電制動方式を説明するための図である。この制動方式は、負荷16の回転エネルギーを電動機15の発電作用を利用して電気エネルギーに変換し、これを電力変換回路（インバータ）13の外部に接続した制動抵抗器 $R_b$ により熱エネルギーとして消費させる方式である。具体的には、電力変換回路13の直流中間電圧が設定値を超えたときにトランジスタスイッチ $T_R$ をオンさせ、コンデンサ $C_b$ に蓄積された電気エネルギーを放電させて制動抵抗器 $R_b$ により熱エネルギーとして消費している。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】従来、上記制動抵抗器 $R_b$ の保護には、サーマルリレーを用いたり、または抵抗体自身の表面温度を温度センサによりモニタすることで故障検出を行っていた。しかるに、この制動抵抗器 $R_b$ に流れる電流はパルス状であるため、サーマルリレーでは検出誤差が大きい。また、抵抗体の表面温度は非常に高温になるため、特殊な温度センサを使用する必要が生じ、コスト上昇の原因となっていた。

【0012】そこで本発明は、制動抵抗器の保護を確実にし、しかも低コスト化が可能な誘導電動機の制御装置を提供しようとするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1記載の発明は、誘導電動機を駆動する電力変換回路と、この電力変換回路に接続された制動抵抗器とを備えた誘導電動機の制御装置において、誘導電動機のトルク相当値と回転速度検出値とに基づいて回生電力を求める回生電力演算回路と、この演算回路により求めた回生電力から制動抵抗器の温度上昇値を推定演算する熱モデルと、この熱モデルにより推定演算した制動抵抗器の温度上昇値がアラーム検出設定値を上回ったときにアラーム信号を出力する比較回路とを備えたものである。

【0014】請求項2記載の発明は、誘導電動機を駆動する電力変換回路と、この電力変換回路に接続された制動抵抗器とを備えた誘導電動機の制御装置において、誘導電動機の電流検出値、電圧検出値及び一次抵抗に基づいて回生電力を求める回生電力演算回路と、この演算回

路により求めた回生電力から制動抵抗器の温度上昇値を推定演算する熱モデルと、この熱モデルにより推定演算した制動抵抗器の温度上昇値がアラーム検出設定値を上回ったときにアラーム信号を出力する比較回路とを備えたものである。

【0015】請求項3記載の発明は、請求項1または2記載の誘導電動機の制御装置において、回生電力演算回路により求めた回生電力から予め設定された発生損失量を差し引いて得た新たな回生電力を熱モデルに入力するものである。

【0016】請求項4記載の発明は、請求項1、2または3記載の誘導電動機の制御装置において、熱モデルにより推定演算した制動抵抗器の温度上昇値が、アラーム検出設定値よりも低い予報設定値を上回ったときに予報信号を出力する比較回路を備えたものである。

【0017】請求項5記載の発明は、請求項1、2、3または4記載の誘導電動機の制御装置において、回生電力演算回路により求めた回生電力に基づいて制動抵抗器の温度が上昇モードにあるか下降モードにあるかを判別するモード判別回路と、このモード判別回路による判別結果に応じて熱モデルの熱時定数を切り替える手段とを備えたものである。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図に沿って本発明の実施形態を説明する。図1は、請求項1記載の発明に相当する第1実施形態の主要部を示すブロック図である。図において、21は誘導電動機15の速度検出値 $N$ 及びトルク電流指令値 $i_i'$ が入力されるモード判別回路、22は同じく速度検出値 $N$ 及びトルク電流指令値 $i_i'$ が入力される回生電力演算回路、26はモード判別回路21の出力信号によって切り替え制御され、回生電力演算回路22の出力である回生電力 $P$ と“0”とを切り替える切替スイッチ、23は図10に示した制動抵抗器 $R_b$ の熱モデル、25はアラーム検出設定値を演算し出力する演算回路、24は演算回路25の出力と熱モデル23の出力とを比較する比較回路であり、この比較回路24から制動抵抗器 $R_b$ を保護するためのアラーム信号が出力されるようになっている。

【0019】前記熱モデル23には、切替スイッチ26を介して回生電力 $P$ または“0”が入力され、所定の抵抗熱時定数（仕様値または実測値として設定）のもとで推定演算された制動抵抗器 $R_b$ の温度上昇値を出力するものである。

【0020】次に、この実施形態の動作を説明する。モ

10

20

30

40

50

ード判別回路21は、誘導電動機の世界検出値N及びトルク電流指令値 $i_r^*$ に基づいて、電動機が力行、回生のどちらのモードで運転されているかを判別する。いま、電動機の反時計方向の回転を正転と考え、正転を $N > 0$ 、逆転を $N < 0$ とする。また、電動機を正転方向に回転させるトルク電流指令値 $i_r^*$ を $i_r^* > 0$ で表すものとする。電動機の世界検出値N及びトルク電流指令値 $i_r^*$ の正負の組み合わせが数式5または数式6の場合、モード判別回路21は力行モードと判断し、数式7または数式8の場合、モード判別回路21は回生モードと判断する。

【0021】

【数5】 $N > 0, i_r^* > 0$

【0022】

【数6】 $N < 0, i_r^* < 0$

【0023】

【数7】 $N < 0, i_r^* > 0$

【0024】

【数8】 $N > 0, i_r^* < 0$

【0025】回生電力演算回路22が行う回生電力Pの演算は、速度検出値Nの大きさにより次の数式9、数式10の二通りに分けられる。すなわち、速度検出値Nが電動機の基底回転速度以上である場合には数式9により、基底回転速度未満の場合には数式10による。なお、数式9、数式10において、 $k_1$ 、 $k_2$ は係数である。

【0026】

【数9】 $P = i_r^* \times k_1$

【0027】

【数10】 $P = i_r^* \times |N| \times k_2$

【0028】モード判別回路21により回生モードと判

$$\begin{bmatrix} V_{Uist} \\ V_{Tist} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2/3 \cdot \cos \theta & 2/3 \cdot \cos(\theta - 120^\circ) & 2/3 \cdot \cos(\theta + 120^\circ) \\ -2/3 \cdot \sin \theta & -2/3 \cdot \sin(\theta - 120^\circ) & -2/3 \cdot \sin(\theta + 120^\circ) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{Uist} \\ V_{Vist} \\ V_{Wist} \end{bmatrix}$$

【0032】

【数12】

$$\begin{bmatrix} I_{Uist} \\ I_{Tist} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2/3 \cdot \cos \theta & 2/3 \cdot \cos(\theta - 120^\circ) & 2/3 \cdot \cos(\theta + 120^\circ) \\ -2/3 \cdot \sin \theta & -2/3 \cdot \sin(\theta - 120^\circ) & -2/3 \cdot \sin(\theta + 120^\circ) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{Uist} \\ I_{Vist} \\ I_{Wist} \end{bmatrix}$$

【0033】回生電力演算回路22は、電圧検出値、電流検出値のT相成分、及び、電動機の一次抵抗 $R_1$ の設定値から、数式13により誘起電圧のT相成分 $E_{Tist}$ を求め、数式14から回生電力Pを演算して熱モデル23に入力する。この実施形態においても、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0034】

【数13】 $E_{Tist} = V_{Tist} - R_1 \times I_{Tist}$

【0035】

【数14】 $P = E_{Tist} \times I_{Tist}$

断された場合、切替スイッチ26を回生電力演算回路22側に切り替えて回生電力Pを熱モデル23に入力する。熱モデル23の出力と演算回路25によるアラーム検出設定値とを比較回路24により比較し、熱モデル23の出力である温度上昇値がアラーム検出設定値を上回っている場合には、アラーム信号をオンとして制動抵抗器が過熱状態にあることを警告し、誘導電動機の制御装置に停止指令を送る。なお、演算回路25におけるアラーム検出設定値は、電動機の出力定格に設定された制動頻度(%ED)を乗じて演算する。

【0029】この実施形態では、電動機が回生モードであるときに制動抵抗器の温度上昇値を回生電力に基づき推定演算し、その値がアラーム検出設定値を超えたときにアラーム信号を出力している。このため、従来のように制動抵抗器を保護するためにサーマルリレーを用いたり、抵抗体自身の表面温度をセンサによってモニタする必要がなくなる。従って、一般に検出誤差が多いサーマルリレーよりも一層高精度に制動抵抗器を保護することができ、また、特殊かつ高価な温度センサを使用する必要もない。なお、回生電力の演算にはトルク指令値 $i_r^*$ を用いても良い。

【0030】次に、請求項2記載の発明に相当する第2実施形態を図2を参照しつつ説明する。なお、図2において、図1と同一の構成要素には同一符号を付してある。この第2実施形態が第1実施形態と異なるのは、回生電力Pの演算方法のみである。すなわち、誘導電動機の電圧検出値は数式11によりM相、T相成分 $V_{Uist}$ 、 $V_{Tist}$ に分けられ、また、電流検出値は数式12によりM相、T相成分 $I_{Uist}$ 、 $I_{Tist}$ に分けられる。

【0031】

【数11】

【0036】次に、請求項3記載の発明に相当する第3実施形態を図3に示す。この実施形態は、第1実施形態における回生電力演算回路22の出力、すなわち回生電力Pを加算器27に入力し、これから制御装置自身の発生損失量 $P_L$ を差し引いたものを新たな回生電力 $P'$ として切替スイッチ26を介し熱モデル23に入力することとした。また、図4は請求項3の発明に相当する第4実施形態であり、上記と同一の着想を第2実施形態に適用したものである。

50 【0037】これらの実施形態では、回生電力演算回路

22によって演算される回生電力Pから制御装置自身の発生損失量 $P_L$ を差し引くことにより、制動抵抗器で消費される回生電力を一層厳密に求めることができる。言い換えれば、熱モデル23によって推定演算される制動抵抗器の温度上昇値がより正確になり、比較回路24から出力されるアラーム信号の信頼性が向上する。

【0038】図5は、請求項4記載の発明に相当する第5実施形態を示している。この実施形態は、制動抵抗器の温度上昇値の予報設定値を演算する演算回路28と、熱モデル23の出力を前記予報設定値と比較する比較回路29とを第1実施形態に付加したものであり、比較回路29は熱モデル23の出力が予報設定値を超えた時に予報信号を出力する。また、図6は同じく請求項4記載の発明に相当する第6実施形態であり、上記演算回路28及び比較回路29を第2実施形態に付加したものである。なお、前記予報設定値は、アラーム検出設定値に制動頻度(%ED)を乗じたものであり、アラーム検出設定値よりも低い値に設定されている。

【0039】これらの実施形態によれば、アラーム信号が出力される前に予報信号を出力させ、制動抵抗器の温度が制御装置の運転を停止する程度にまで高温になる以前に過熱状態を予報することができる。そして、予報信号の発生を、回生モードを含む運転パターンの見直しを行う契機とし、トルク指令値の制限等により実際に運転パターンを変更することによってアラーム信号の発生を回避し、制御装置の継続運転を行うことが可能になる。なお、これらの実施形態は、第3実施形態、第4実施形態についても適用可能である。

【0040】次に、図7は請求項5記載の発明に相当する第7実施形態を示している。制動抵抗器の熱モデル23は、制動抵抗器の冷却方式等により、温度上昇時と温度下降時とで熱時定数が異なることがある。この点に鑑み、本実施形態では、熱モデル23の熱時定数を温度上昇時、温度下降時の両モードに応じて2つ用意し、回生電力Pの変化に応じて2つの熱時定数を切り替えるようにした。

【0041】図7に示す第7実施形態は、回生電力Pの変化に基づいて制動抵抗器が温度上昇モードか温度下降モードかを判断するモード判別回路30と、この判別回路30の出力信号によって2つの熱時定数を切り替える切替スイッチ31とを、第1実施形態に付加したものである。また、図8は同じく請求項5記載の発明に相当する第8実施形態であり、上記モード判別回路30及び切替スイッチ31を第2実施形態に付加したものである。

【0042】これらの実施形態によれば、制動抵抗器の温度が上昇傾向にあるか下降傾向にあるかによって熱時定数をきめ細かく切り替え、この熱時定数に従い熱モデル23が温度上昇値の推定演算を行ってアラーム検出設定値との比較に用いているので、高精度のアラーム信号出力動作、制動抵抗器の保護動作が可能になる。なお、

これらの実施形態は、第3ないし第6実施形態にも適用可能である。

【0043】

【発明の効果】以上のように請求項1または2記載の発明によれば、制動抵抗器を保護するために従来のごとくサーマルリレーを用いたり、抵抗体自身の表面温度をセンサによってモニタする必要がなくなる。このため、一般に検出誤差が多いサーマルリレーよりも一層高精度に制動抵抗器を保護することができるとともに、特殊な温度センサを不要として製造コストの低減に寄与することができる。

【0044】請求項3記載の発明では、制動抵抗器の温度上昇の原因となる回生電力を正確に求めることができ、また、請求項5記載の発明では、温度の上昇モードまたは下降モードに応じて的確な熱時定数を選択しているため、何れも温度上昇値の推定演算を正確に行うことができ、アラーム信号の出力動作、ひいては制動抵抗器の保護動作を一層高精度化することが可能である。

【0045】請求項4記載の発明によれば、熱モデルの出力と予報設定値との比較により得た予報信号を、誘導電動機の運転パターンの見直しを行う契機とすることができ、運転パターンの変更によってアラーム信号の発生を回避し、制御装置の継続運転を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態の主要部を示すブロック図である。

【図2】本発明の第2実施形態の主要部を示すブロック図である。

【図3】本発明の第3実施形態の主要部を示すブロック図である。

【図4】本発明の第4実施形態の主要部を示すブロック図である。

【図5】本発明の第5実施形態の主要部を示すブロック図である。

【図6】本発明の第6実施形態の主要部を示すブロック図である。

【図7】本発明の第7実施形態の主要部を示すブロック図である。

【図8】本発明の第8実施形態の主要部を示すブロック図である。

【図9】誘導電動機のベクトル制御システムのブロック図である。

【図10】従来技術における発電制動方式の説明図である。

【符号の説明】

13 電力変換回路

15 誘導電動機

21, 30 モード判別回路

22 回生電力演算回路

23 制動抵抗の熱モデル

24, 29 比較回路

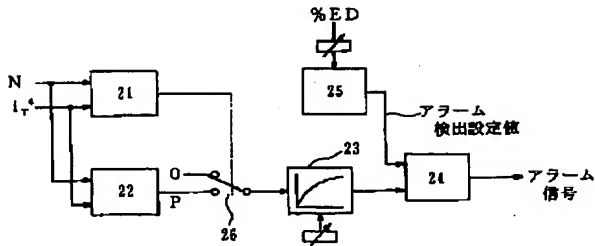
25, 28 演算回路

26, 31 切替スイッチ

27 加算器

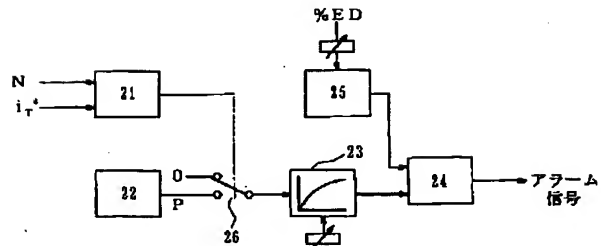
R<sub>1</sub> 制動抵抗

【図 1】

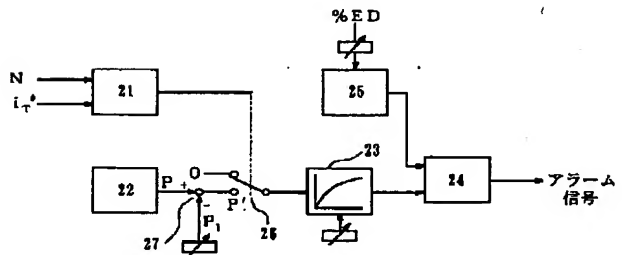


21:モード判別回路  
22:回生電力演算回路  
23:熱モデル  
24:比較回路  
25:演算回路  
26:切替スイッチ

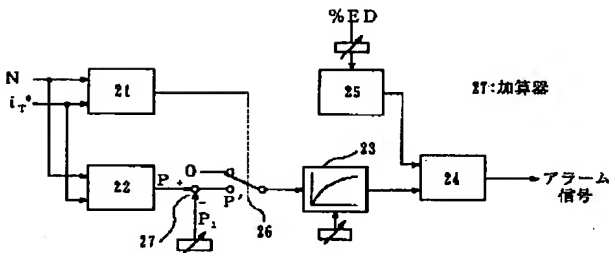
【図 2】



【図 4】

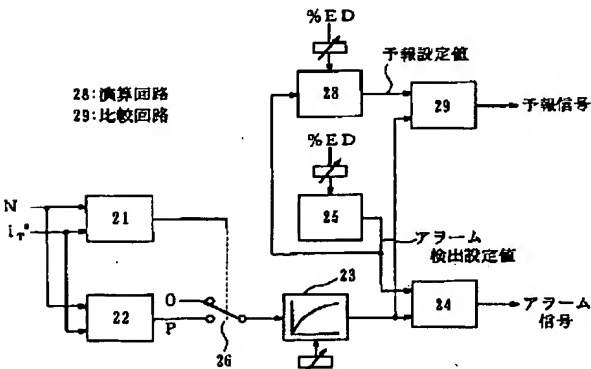


【図 3】



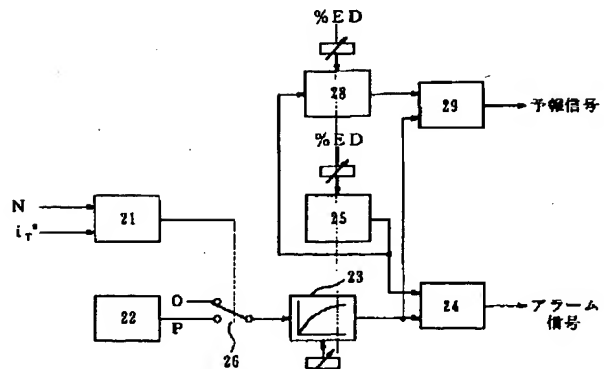
27:加算器

【図 5】



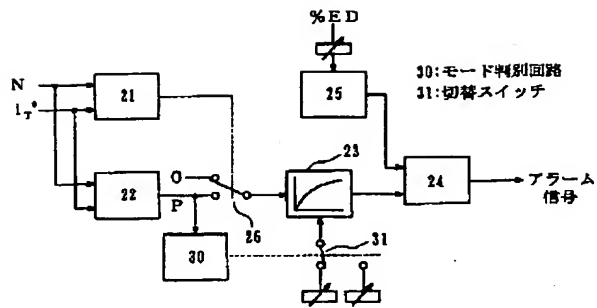
28:演算回路  
29:比較回路

【図 6】

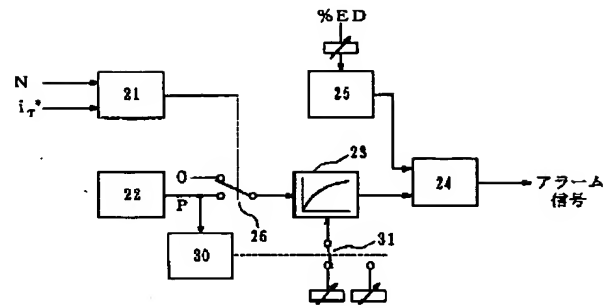




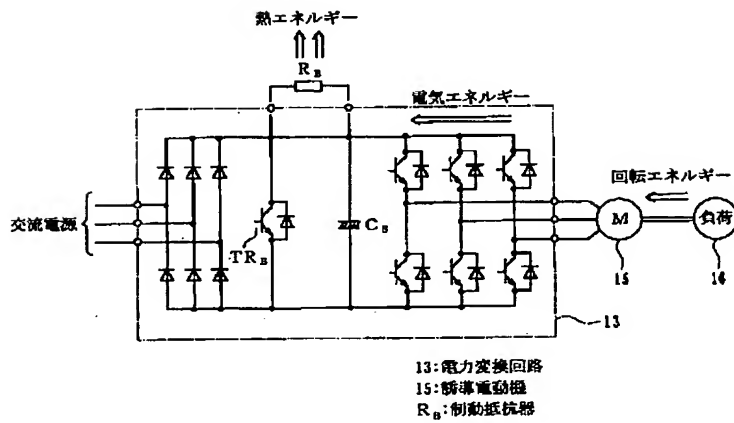
【図 7】



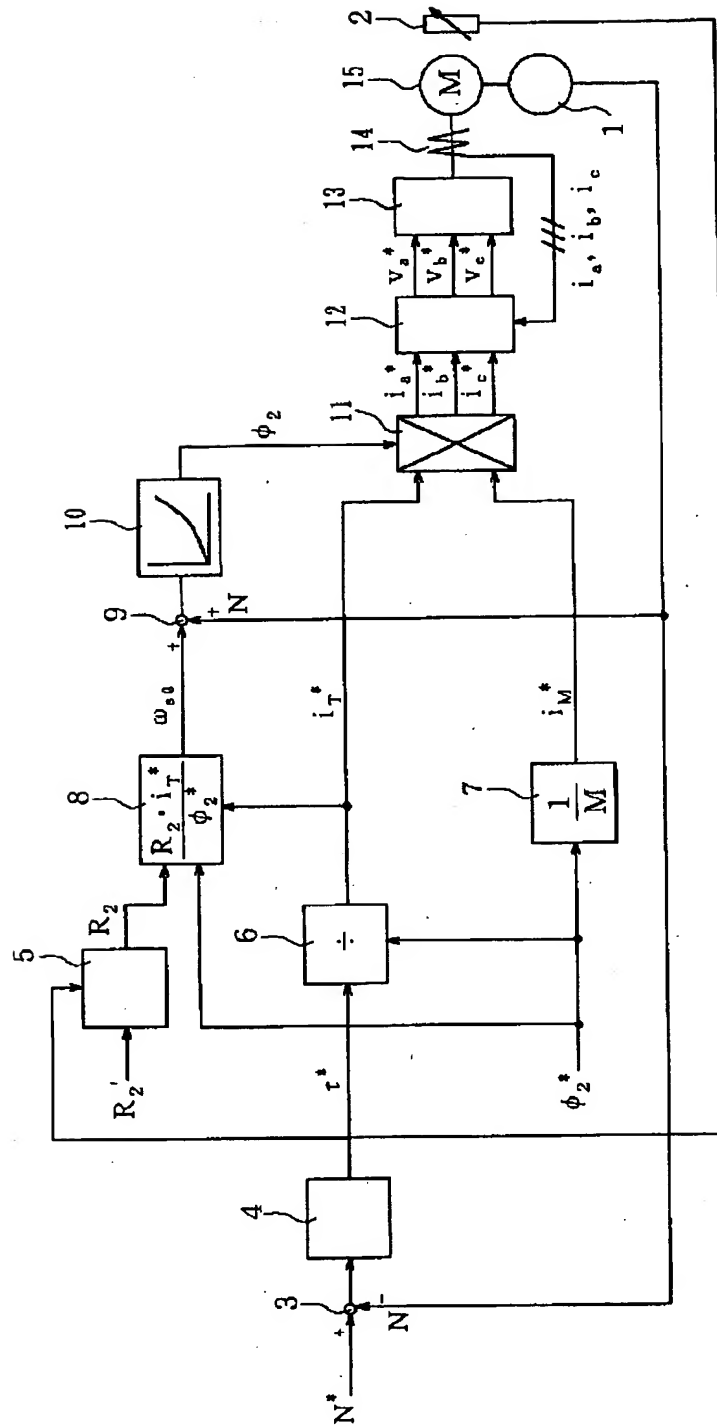
【図 8】



【図 10】



【図9】



フロントページの続き

- (72)発明者 大路 正孝  
神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号  
富士電機株式会社内
- (72)発明者 鉄谷 裕司  
神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号  
富士電機株式会社内

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**